



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.05.2019 Patentblatt 2019/20**

(51) Int Cl.:  
**B01D 65/10** (2006.01) **G01M 3/00** (2006.01)  
**G01N 15/00** (2006.01) **G01M 3/28** (2006.01)  
**G01N 15/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17204935.5**

(22) Anmeldetag: **01.12.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD TN**

- **Epple, Sebastian**  
**72584 Hülben (DE)**
- **Ernst, Kati**  
**89231 Neu-Ulm (DE)**
- **Schäfer, Martin**  
**73230 Kirchheim/Teck (DE)**
- **Bombien, Günter**  
**73765 Neuhausen/Fildern (DE)**
- **Neumann, Nico**  
**73765 Neuhausen/Fildern (DE)**

(30) Priorität: **10.11.2017 DE 102017126489**

(71) Anmelder: **MS2 Engineering und Anlagenbau GmbH**  
**73230 Kirchheim/Teck (DE)**

(74) Vertreter: **Geitz Truckenmüller Lucht Christ**  
**Patentanwälte PartGmbH**  
**Obere Wässere 3-7**  
**72764 Reutlingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Kappel, Stefan**  
**73230 Kirchheim/Teck (DE)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VORRICHTUNG ZUM PRÜFEN VON MEMBRANEN**

(57) Aus dem Stand der Technik sind bereits Vorrichtungen zum Testen von Membranen bekannt, wobei diese jedoch stets davon ausgehen, eine Membran, in diesem Fall eine Membran für eine Brennstoffzelle, als Ganzes zunächst bis zur fertigen Membran-Elektroden-Einheit zusammenzusetzen und dann vordem Einsatz zu testen. Sofern eine Membran in dieser Situation fehlerhaft ist, muss sie ganz ausgesondert werden. Zudem sind die bekannten Verfahren umständlich und aufwändig, weil jede einzelne Membran in die Testeinheit eingesetzt und diese verschlossen werden muss. Die Erfindung soll daher eine Vorrichtung vorschlagen, die eine frühere und schnellere Prüfung von Membranen ermöglicht, um die Herstellungs- und Prüfkosten zu senken. Ferner sollen mit der Vorrichtung auch Performancemessungen oder Schadensanalysen an verschiedenen Membrangeometrien orts aufgelöst durchgeführt werden können.

Dies gelingt durch eine Vorrichtung, welche eine ringförmige Mediendichtung einsetzt und so selbst in einem flachen und ausgebreiteten Zustand der Membran eine sorgfältige Abdichtung und Prüfung erlaubt. Hierdurch kann die Membran zwischen den Stempeln hindurchgezogen und an beliebigen Stellen geprüft werden, ohne dabei beschädigt zu werden. Noch vor dem Zu-

schnitt kann dadurch fehlerhaftes Material erkannt und der Zuschnitt entsprechend angepasst werden.

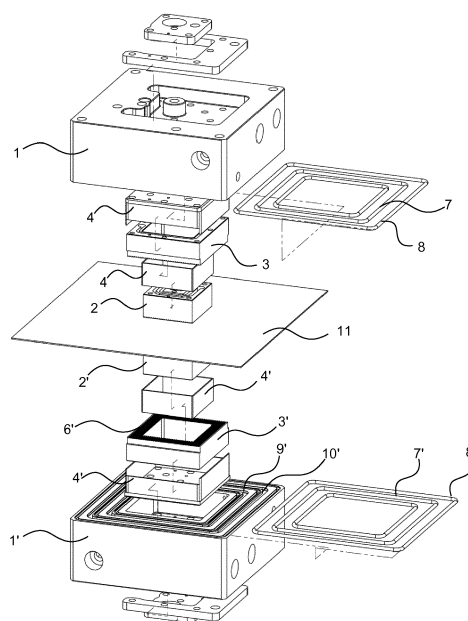


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Prüfen von Membranen, umfassend einen oberen und einen unteren Stempel, zwischen denen eine zu testende Membran aufgenommen ist, wobei den Stempeln jeweils ein Flowfield zugeordnet ist, über welches die Membran mit jeweils einem Prüfmedium beaufschlagt wird und wobei den Stempeln jeweils die Flowfields einschließende umlaufende äußere Ringdichtungen zugeordnet sind, welche die Membran kontaktieren und einen Raum zwischen Flowfields und Membran einschließen.

**[0002]** Eine derartige Vorrichtung ist bereits aus der EP 1 839 364 B1 bekannt. Im Rahmen der dortigen Offenbarung ist es vorgesehen, im Speziellen eine Brennstoffzellenmembran zu prüfen, welche bereits mit Elektroden zu einer Membran-Elektroden-Einheit zusammengefügt ist. Die Membran-Elektroden-Einheit wird hierzu in die Vorrichtung eingespannt, wobei sie zwischen zwei Stempeln aufgenommen ist. In den Stempeln sind die anderen Teile einer Brennstoffzelle, also insbesondere die Dichtung, Flowfields mit Gaszuführung und -abführung sowie die Stromabnahme bzw. -messung, bereits integriert, so dass sich bei eingespannter Membran-Elektroden-Einheit eine vollständige Testbrennstoffzelle ergibt.

**[0003]** Die Leistungsfähigkeit einer Brennstoffzelle, unabhängig, ob in der praktischen Anwendung oder während der Entwicklungsphase in einem Teststand, ist von einer Vielzahl von Parametern abhängig, die unabhängig voneinander eingestellt werden können. Im Falle einer mit Wasserstoff und Luft betriebenen Brennstoffzelle sind diese Parameter z.B. Massenstrom, Temperatur, Feuchte und Druck von Luft und Wasserstoff, die Zelltemperatur und die der Zelle entnommene Stromstärke. Charakterisiert wird die Zelle normalerweise über die für den gegebenen Strom resultierende Spannung.

**[0004]** Zur Erhöhung der Spannung können diese Zellen zu einem Brennstoffzellenstack gestapelt und elektrisch in Reihe geschaltet werden. Bei Anwendungen in der Fahrzeugtechnik werden bis zu 500 Zellen in einem Stack gestapelt, mit dem Nachteil, dass bei Ausfall oder Leistungseinbruch bereits einer einzigen Zelle der ganze Stapel ausgetauscht werden muss. Die schlechteste Zelle bestimmt das Leistungsniveau des gesamten Stacks.

**[0005]** Eine Prüfung der Membran vor Einbau in die Brennstoffzellen ist daher wichtig und hilft dabei, Kosten in erheblichem Maße einzusparen. Wird allerdings auf diesem Wege festgestellt, dass die Membran-Elektroden-Einheit defekt bzw. fehlerhaft ist, so kann sie dennoch nur ausgesondert werden, eine Reparatur ist in aller Regel nicht möglich oder zu aufwändig.

**[0006]** Zentraler Bestandteil der Membran-Elektroden-Einheit ist die Membran, die auch abseits der Verwendung in Brennstoffzellen in zahlreichen Anwendungen eine wichtige Rolle spielt.

**[0007]** Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden

Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zum Prüfen von Membranen zu schaffen, welche eine Prüfung der Membran bereits vor ihrer Weiterverarbeitung ermöglicht und bei dem eine orts aufgelöste Prüfung sowie eine Schadensanalyse und Performancemessungen möglich sind.

**[0008]** Dies gelingt durch eine Vorrichtung zum Prüfen von Membranen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere, sinnvolle Ausgestaltungen einer solchen Vorrichtung können den sich anschließenden Unteransprüchen entnommen werden.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass eine Vorrichtung einen oberen Stempel und einen unteren Stempel aufweist, zwischen welchen die zu prüfende Membran aufgenommen wird. Hierbei erfolgt jedoch eine Abdichtung mithilfe einer zusätzlichen Mediendichtung, welche mit einem Sperrmedium zur Vermeidung eines Austritts der Prüfmedien gespült wird, so dass ein Fertigstellen der Membran-Elektroden-Einheit oder andere Schritte zur Weiterverarbeitung der zu prüfenden Membran nicht erforderlich sind. Prüfungen unter Druck können daher mit dieser Lösung durchgeführt werden. Aufgrund dieser Dichtungsart ist es auch nicht erforderlich, die Membran ganz in eine Testumgebung einzulegen, sie kann vielmehr von der Rolle, als Platte oder im Rahmen einer Teilprüfung auf der Fläche einer größeren Membran zwischen den Stempeln hindurchgeführt werden, so dass die Stempel die Membran an beliebigen Stellen einspannen und prüfen können. Hierdurch kann ein wesentlich kleinerer Stempel eingesetzt werden als üblich, alternativ können mehrere gleichartige Stempel im Verbund eingesetzt werden, welche die Membran an mehreren Stellen gleichzeitig testen. Wird an der Membran eine fehlerhafte Stelle gefunden, so kann diese beim Zuschnitt der einzelnen Membraneinheiten ausgelassen werden. Der Ausschuss bei den fertigen Membran-Elektroden-Einheiten kann hierdurch erheblich gesenkt werden.

**[0010]** Im Einzelnen weisen die Stempel jeweils ein Flowfield auf, welche die Membran von beiden Seiten mit Prüfmedien beschicken. Die Flowfields sind von äußeren Ringdichtungen umgeben, die eine Abdichtung zwischen dem jeweiligen Stempel und der Membran schaffen, wobei innerhalb der äußeren Ringdichtungen zusätzlich jeweils ein Sperrmedienkanal die Flowfields ebenfalls ringförmig umschließt und seinerseits ein Austreten von Prüfmedien verhindert.

**[0011]** Bereits zwischen den Mediendichtungen und den Flowfields kann entweichendes Prüfmedium vorzugsweise in einem Sammelkanal aufgefangen werden, über welchen dieses Leckagemedium wieder in den Prüfprozess zurückgeführt oder gesammelt werden kann. Der Sammelkanal ist hierfür zwar ebenfalls umlaufend angelegt, weist aber eine Absaugleitung auf, über die das Leckagemedium gezielt entnommen werden kann.

**[0012]** Hierbei kann vorzugsweise ferner eine zusätzliche umlaufende innere Ringdichtung vorgesehen sein, welche den Sammelkanal von dem Sperrmedienkanal

trennt, so dass möglichst wenig Leckagemedium überhaupt bis zum Sperrmedienkanal vordringen kann. Auch eine weitere, innerste Ringdichtung kann bedarfsweise nochmals zwischen Flowfields und Sammelkanal eingesetzt werden.

**[0013]** Um einen unter allen Betriebsbedingungen definierten Bilanzraum zu erhalten, kann das Flowfield zweiteilig geführt werden. Es gibt dann ein, etwa quadratisches, inneres Flowfield und ein entsprechend geformtes äußeres Flowfield. Das innere Flowfield bildet den Bilanzraum. Der Stromabgriff des inneren und des äußeren Flowfields kann hierbei getrennt ausgeführt sein, indem die Flowfields voneinander elektrisch isoliert sind. Die an den Flowfields anfallenden elektrischen Ströme werden einzeln gemessen. Die Fläche des inneren Flowfields ist die Referenzfläche, über das äußere Flowfield werden die Einflüsse durch Randeffekte auf das innere Flowfield gering gehalten. Die Medien hingegen strömen über beide Flowfields.

**[0014]** Die Flowfields haben die Aufgabe, die Prüfmedien gleichmäßig auf der Membran oder der Membran-Elektroden-Einheit zu verteilen. Dazu können die Flowfields verschiedene Kanalstrukturen aufweisen, in der die Prüfmedien sich ausbreiten und den Bereich unmittelbar über der Membran bedecken können. Die Auslegung der Kanalgeometrie spielt hierbei eine wichtige Rolle, denn kleine Kanalgeometrien bedeuten eine gute Gleichverteilung über die einzelnen Kanäle sowie hohe Stromdichten. Gleichzeitig wird über die Kanäle aber auch das Produktwasser mit dem Medienstrom ausge-  
tragen. Kleine Geometrien sind hierfür wiederum schädlich, da einzelne Kanäle verstopft werden können, was die Gleichverteilung der Prüfmedien auf der Membran stört.

**[0015]** Mit einigem Vorteil können die Flowfields auf der Rückseite, also der bestimmungsgemäß von der Membran abgewandten Seite Kühlkanäle aufweisen. Diese werden über getrennte Kühlkreisläufe mit Kühlmedium durchströmt und die entstehende Wärme auf diese Weise abgeführt. Der Wärmeübergang zwischen Kühlmedium und jeweiligem Flowfield ist kritisch, da die Temperaturgradienten möglichst gering sein sollten.

**[0016]** Vorteilhafterweise kann für die Herstellung der Flowfields Kupfer eingesetzt werden. Es hat sehr gute elektrische und thermische Eigenschaften. Allerdings kann Kupfer ohne geeigneten Korrosionsschutz nicht verwendet werden. Vorzugsweise weist, soweit die Flowfields also aus Kupfer hergestellt werden sollen, dieses eine geeignete Beschichtung auf.

**[0017]** Um einen genügenden Druck zwischen den beiden Stempeln aufzubauen, können diese mithilfe eines Spannzylinders gegeneinander verspannt werden um die Betriebsbedingungen der Membran nachzubilden und die erforderliche Dichtheit der Anordnung zu gewährleisten. Einer der beiden Stempel kann hierfür zudem als Drucktisch, der andere als Druckstempel ausgeführt werden, so dass nur einer der Stempel bewegt werden muss.

**[0018]** Die Druckkraft des Spannzylinders kann mit ei-

nigem Vorteil über eine Steuerung eingestellt werden. Die Druckkraft kann dann während der Messung an den Prüfdruck angepasst werden, um den Betrieb und die Dichtheit zu gewährleisten und gleichzeitig eine irreversible Schädigung der Membran während der Messung durch zu hohe Druckkraft zu verhindern. Insbesondere kann der Spannzylinder vorzugsweise pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betrieben sein.

**[0019]** Insbesondere kann, speziell bei der Prüfung von Membranen und Membran-Elektroden-Einheiten für Brennstoffzellen, der obere Stempel mit Wasserstoff als Prüfmedium, der untere Stempel mit Umgebungsluft als Prüfmedium betrieben werden. Als Sperrmedium kann mit einigem Vorteil Stickstoff zur Durchflutung des Sperrkanals der Mediendichtung eingesetzt werden. Es sind allerdings auch, je nach Anwendung, flüssige Prüfmedien und Sperrmedien einsetzbar.

**[0020]** Die Flowfields werden in den Stempeln mit einigem Vorteil von jeweils einem Grundrahmen pro Stempel zusammengehalten und befestigt. In die Grundrahmen sind auch die Sperrkanäle und Sammelkanäle sowie geeignete Aufnahmen für die Ringdichtungen eingelassen. Aufgrund der Anforderungen an die elektrische Leitfähigkeit, sowie die Korrosionsbeständigkeit können die Grundrahmen mit einigem Vorteil aus einem Kunststoff hergestellt sein, vorzugsweise eignet sich hierfür hochdichtes Polyvinylidenfluorid (PVDF-HD) oder Polyetheretherketon (PEEK). Diese Materialien weisen auch bei Prozesstemperaturen von bis zu 100 °C eine dauerhaft ausreichende Festigkeit auf und sind gut bearbeitbar.

**[0021]** Die vorstehend beschriebene Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0022]** Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Prüfen von Membranen in einer perspektivischen Explosionsdarstellung von schräg oben, sowie

Figur 2 die Vorrichtung gemäß Figur 1 in zusammengebautem Zustand mit eingelegter Membran in einer seitlichen Schnittdarstellung.

**[0023]** Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zum Prüfen von Membranen 11 oder Membran-Elektroden-Einheiten in einer Explosionsdarstellung. In der Mitte zwischen zwei Stempeln wird hierbei eine Membran 11 hindurchgeführt, an der ein begrenzter Bereich in der Mitte der Fläche geprüft werden soll. Ein oberer Stempel weist dafür ein inneres Flowfield 2 auf, welches die Membran 11 mit Wasserstoff als Prüfmedium beschickt. Die Werte des Flowfields 2, z.B. die an diesem abgenommene Stromstärke, dient zur Bewertung des darunterliegenden Bereichs der Membran 11. Ein zusätzliches, äußeres Flowfield 3, welches das innere Flowfield 2 vollständig ringförmig umschließt, dient dazu, die Umgebungsbedingun-

gen des inneren Flowfields 2 in den Randbereichen aufrecht zu erhalten und wird zwar gemeinsam mit diesem beschickt, aber separat gemessen. Die Flowfields 2, 3 sind von einer zweiteiligen Isolationsschicht 4 getrennt, deren erster Teil zwischen ihnen eingesetzt ist und deren zweiter Teil sie außen umgibt. Aufgenommen sind die Flowfields 2, 3 in einem Grundrahmen 1, der auch die Dichtung der Anordnung enthält.

**[0024]** Entsprechend symmetrisch dazu ist der untere Stempel aufgebaut, der als Prüfmedium Umgebungsluft auf die Membran 11 führt. Diese wird, wie auch der Wasserstoff in den Flowfields 2, 3, mithilfe von Kanalstrukturen 6, 6' auf der Membran 11 verteilt. Der Aufbau des unteren Stempels ist im Übrigen gleich.

**[0025]** In Figur 2 zeigt sich das Dichtungskonzept im zusammengesetzten Zustand der Anordnung deutlich. Während die Prüfmedien durch Kanäle in den Flowfields 2, 2', 3, 3' an die Membran 11 herangeführt und an deren Oberfläche über die Kanalstrukturen 6, 6' gleichmäßig verteilt werden, sollen diese Prüfmedien nicht aus der Anordnung entweichen können. Hierzu weist die Anordnung umlaufende Ringdichtungen 7, 7', 8, 8' auf. Zwischen einer inneren Ringdichtung 7, 7' und einer äußeren Ringdichtung 8, 8' sind jeweils im oberen und im unteren Stempel Sperrmedienkanäle vorgesehen, die mit Stickstoff als Sperrmedium durchflutet werden. Innerhalb der inneren Ringdichtung 7, 7' sind zudem Sammelkanäle 9, 9' vorgesehen, in denen bis hierher vorgedruckenes Leckagemedium gesammelt und über Kanalleitungen abgesaugt wird. Hierdurch ist eine Abdichtung der Anordnung auch unter Druck möglich, ohne hierbei jedoch die Membran 11 vollständig in der Anordnung einzuschließen. Die Stempel können nacheinander an beliebigen Stellen der Membran 11 eingesetzt werden, da die Membran 11 durch die Prüfung nicht beeinträchtigt wird. Fehler können so genau lokalisiert und bei der weiteren Produktion ausgeschieden werden, während die Membran prinzipiell am laufenden Band oder als Platte zwischen den Stempeln hindurchgezogen und hierbei geprüft werden kann.

**[0026]** Vorstehend beschrieben ist somit eine Vorrichtung zum Prüfen von Membranen, welche aufgrund ihres Dichtungskonzeptes eine Prüfung der Membran bereits vor ihrer Weiterverarbeitung oder eine Schadensanalyse nach einem Ausfall ermöglicht und bei dem ferner eine orts aufgelöste Prüfung möglich ist.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### **[0027]**

- |       |                     |
|-------|---------------------|
| 1, 1' | Grundrahmen         |
| 2, 2' | inneres Flowfield   |
| 3, 3' | äußeres Flowfield   |
| 4, 4' | Isolationsschicht   |
| 5, 5' | Kühlkanäle          |
| 6, 6' | Kanalstruktur       |
| 7, 7' | innere Ringdichtung |

- |         |                     |
|---------|---------------------|
| 8, 8'   | äußere Ringdichtung |
| 9, 9'   | Sammelkanal         |
| 10, 10' | Sperrmedienkanal    |
| 11      | Membran             |

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Prüfen von Membranen (11), umfassend einen oberen Stempel und einen unteren Stempel, zwischen denen eine zu testende Membran (10) aufgenommen ist, wobei den Stempeln jeweils ein Flowfield (2, 2', 3, 3') zugeordnet ist, über welches die Membran (11) mit jeweils einem Prüfmedium beaufschlagt wird und wobei den Stempeln jeweils die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließende umlaufende äußere Ringdichtungen (8, 8') zugeordnet sind, welche die Membran (11) kontaktieren und einen Raum zwischen Flowfields (2, 2', 3, 3') und Membran (11) einschließen,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel jeweils innerhalb ihrer äußeren Ringdichtungen (8, 8') die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließende ringförmige Sperrmedienkanäle (10, 10') aufweisen, welche zur Ausbildung je einer Mediendichtung mit einem Sperrmedium beaufschlagt werden.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Mediendichtungen der beiden Stempel jeweils ein weiterer ringförmiger, die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließender Sammelkanal (9, 9') zum Absaugen von Leckagemedium angeordnet ist.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beiden Stempeln jeweils zwischen dem Sperrmedienkanal (10, 10') und dem Sammelkanal (9, 9') eine zweite umlaufende innere Ringdichtung (7, 7') zugeordnet ist.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') der beiden Stempel jeweils in ein inneres Flowfield (2, 2') und ein äußeres Flowfield (3, 3') unterteilt sind, wobei das äußere Flowfield (3, 3') das innere Flowfield (2, 2') vollständig umschließt und von diesem durch eine Isolationsschicht (4, 4') getrennt und separat mit an einem Stromabnehmer angeschlossen ist.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') beider Stempel auf ihren bestimmungsgemäß der Membran (11) zugewandten Seiten jeweils eine Kanalstruktur 6, 6' zur Verteilung des Prüfmediums und zur Ableitung von anfallenden Gasen und Flüssigkeiten aufweisen.

6. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') Kühlrippen und/oder mit einem Kühlmedium durchströmte Kühlkanäle (5, 5') aufweisen. 5
7. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') aus einem elektrisch leitfähigen Material, vorzugsweise Kupfer, hergestellt sind. 10
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') mit einer korrosionshindernden Beschichtung versehen sind. 15
9. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel mittels wenigstens einer Spannvorrichtung gegeneinander verspannbar sind. 20
10. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkraft der wenigstens einen Spannvorrichtung einstellbar ist. 25
11. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um eine manuelle Spannvorrichtung handelt. 30
12. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Spannvorrichtung ein pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betriebener Spannzylinder ist. 35
13. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stempel der Membran (11) ein brennbares Mediengemisch, vorzugsweise Wasserstoff, und der andere Stempel ein Mediengemisch, vorzugsweise Umgebungsluft, als Prüfmedium zuführt. 40
14. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mediendichtung ein inertes Medium, vorzugsweise Stickstoff, als Sperrmedium eingesetzt wird. 45
15. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel jeweils aus einem Grundrahmen (1, 1') und den darin aufgenommenen Flowfields (2, 2', 3, 3') gebildet sind, wobei die Grundrahmen (1, 1') aus einem Kunststoff hergestellt sind. 50
16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kunststoff hochdichtes Polyvinylidenfluorid (PVDF-HD) oder Polyetheretherketon (PEEK) eingesetzt wird. 55

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Vorrichtung zum Prüfen von Membranen (11), umfassend einen oberen Stempel und einen unteren Stempel, zwischen denen eine zu testende Membran (10) aufgenommen ist, wobei den Stempeln jeweils ein Flowfield (2, 2', 3, 3') zugeordnet ist, über welches die Membran (11) mit jeweils einem Prüfmedium beaufschlagt wird und wobei den Stempeln jeweils die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließende umlaufende äußere Ringdichtungen (8, 8') zugeordnet sind, welche die Membran (11) kontaktieren und einen Raum zwischen Flowfields (2, 2', 3, 3') und Membran (11) einschließen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel jeweils innerhalb ihrer äußeren Ringdichtungen (8, 8') die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließende ringförmige Sperrmedienkanäle (10, 10') aufweisen, wobei die Vorrichtung Mittel umfasst, so dass die Sperrmedienkanäle zur Ausbildung je einer Mediendichtung mit einem inerten Sperrmedium zur Vermeidung eines Austritts der Prüfmedien gespült werden können, innerhalb der Mediendichtungen der beiden Stempel jeweils ein weiterer ringförmiger, die Flowfields (2, 2', 3, 3') einschließender Sammelkanal (9, 9') zum Absaugen von Leckagemedium angeordnet ist und beiden Stempeln jeweils zwischen dem Sperrmedienkanal (10, 10') und dem Sammelkanal (9, 9') eine zweite umlaufende innere Ringdichtung (7, 7') zugeordnet ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') der beiden Stempel jeweils in ein inneres Flowfield (2, 2') und ein äußeres Flowfield (3, 3') unterteilt sind, wobei das äußere Flowfield (3, 3') das innere Flowfield (2, 2') vollständig umschließt und von diesem durch eine Isolationsschicht (4, 4') getrennt und separat mit einem Stromabnehmer angeschlossen ist.
3. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') beider Stempel auf ihren bestimmungsgemäß der Membran (11) zugewandten Seiten jeweils eine Kanalstruktur 6, 6' zur Verteilung des Prüfmediums und zur Ableitung von anfallenden Gasen und Flüssigkeiten aufweisen.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') Kühlrippen und/oder mit einem Kühlmedium durchströmte Kühlkanäle (5, 5') aufweisen.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') aus einem elektrisch leitfähigen

Material, vorzugsweise Kupfer, hergestellt sind.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flowfields (2, 2', 3, 3') mit einer korrosionshindernden Beschichtung versehen sind. 5
7. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel mittels wenigstens einer Spannvorrichtung gegeneinander verspannbar sind. 10
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckkraft der wenigstens einen Spannvorrichtung einstellbar ist. 15
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um eine manuelle Spannvorrichtung handelt.
10. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Spannvorrichtung ein pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betriebener Spannzylinder ist. 20
11. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stempel der Membran (11) Mittel zur Zuführung eines brennbaren Mediengemischs, vorzugsweise Wasserstoffs, und der andere Stempel Mittel zur Zuführung eines Mediengemischs, vorzugsweise Umgebungsluft, als Prüfmedium, aufweist. 25  
30
12. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel jeweils aus einem Grundrahmen (1, 1') und den darin aufgenommenen Flowfields (2, 2', 3, 3') gebildet sind, wobei die Grundrahmen (1, 1') aus einem Kunststoff hergestellt sind. 35
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kunststoff hochdichtes Polyvinylidenfluorid (PVDF-HD) oder Polyetheretherketon (PEEK) eingesetzt wird. 40

45

50

55

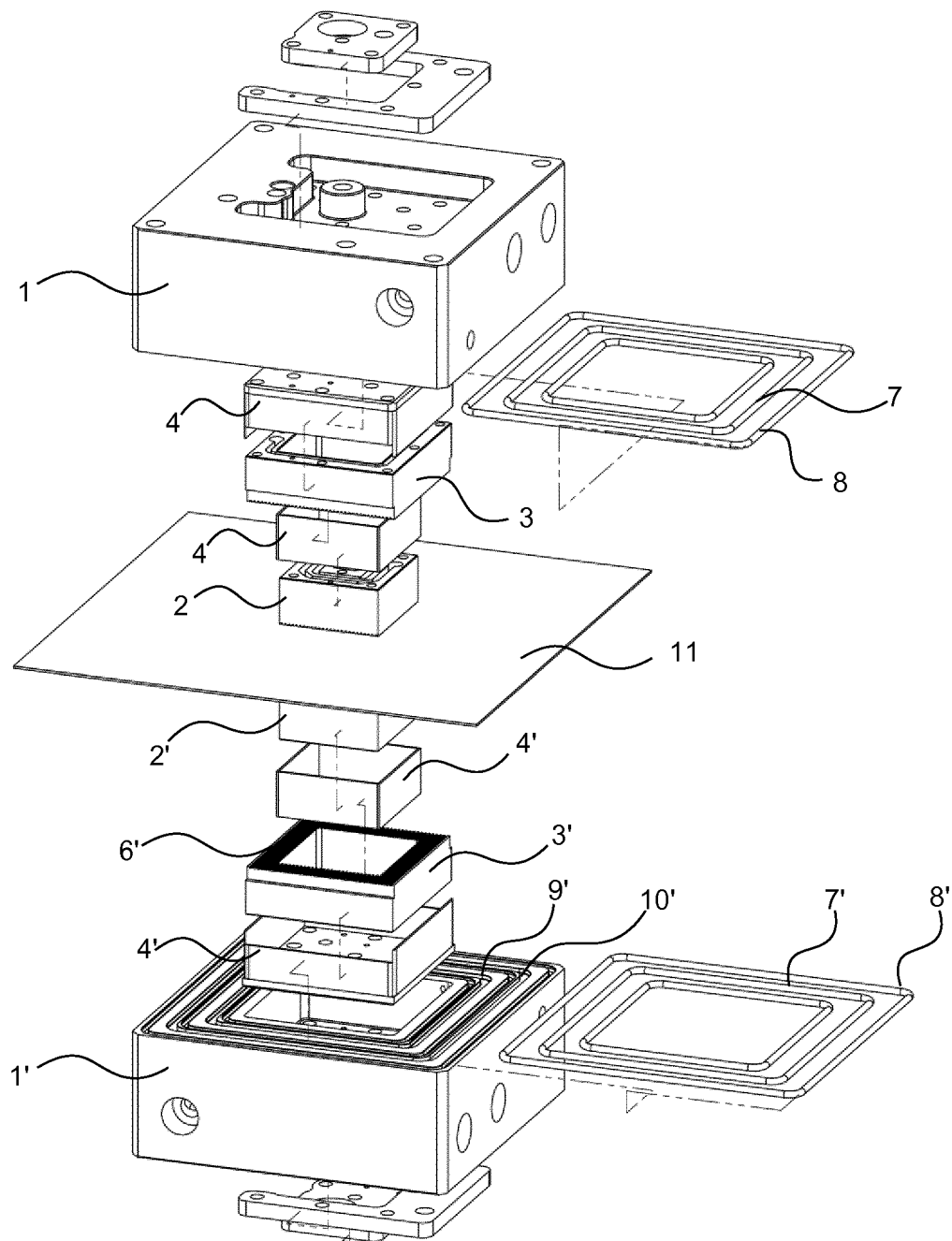


Fig. 1

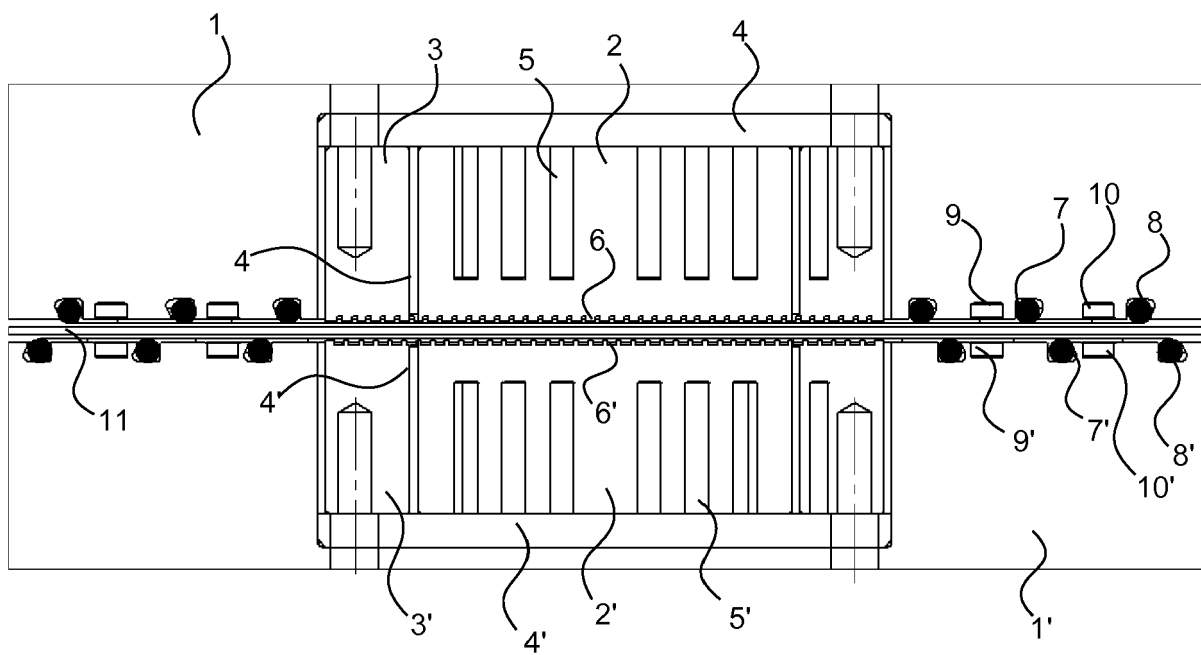


Fig. 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 20 4935

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 4 536 971 A (PULSMEIER HARALD [DE] ET AL) 27. August 1985 (1985-08-27)           | 1,4-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INV.<br>B01D65/10<br>G01M3/00<br>G01N15/00<br>G01M3/28<br>G01N15/08 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Anspruch 1; Abbildung 4 *                                                         | 1-3,5,9,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * das ganze Dokument *                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | GB 2 322 873 A (WIRE WEAVERS R & D LIMITED [IE]) 9. September 1998 (1998-09-09)     | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 5 *                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 4 979 390 A (SCHUPACK MORRIS [US] ET AL) 25. Dezember 1990 (1990-12-25)          | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 10 *                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2016/176898 A1 (UNIV TONGJI [CN]) 10. November 2016 (2016-11-10)                 | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildungen 1,6,7 *                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 5 535 616 A (BORS HANS [CH] ET AL) 16. Juli 1996 (1996-07-16)                    | 2,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Spalte 6, Zeilen 23-45; Abbildungen 1,4,5 *                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2010/221837 A1 (UCHIYAMA NAOKI [JP]) 2. September 2010 (2010-09-02)              | 1,5,9,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>B01D<br>G01M<br>G01N             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 4 *                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -----                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     | Abschlußdatum der Recherche<br><b>20. Juni 2018</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfer<br><b>Hennebrüder, K</b>                                     |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                     | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                     |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 4935

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-06-2018

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4536971 A                                       | 27-08-1985                    | CA 1200119 A                      | 04-02-1986                    |
|                                                    |                               | US 4536971 A                      | 27-08-1985                    |
| GB 2322873 A                                       | 09-09-1998                    | GB 2322873 A                      | 09-09-1998                    |
|                                                    |                               | IE S74718 B2                      | 30-07-1997                    |
|                                                    |                               | IE 980141 A1                      | 09-09-1998                    |
| US 4979390 A                                       | 25-12-1990                    | CA 2003659 A1                     | 01-06-1990                    |
|                                                    |                               | US 4979390 A                      | 25-12-1990                    |
| WO 2016176898 A1                                   | 10-11-2016                    | CN 104880394 A                    | 02-09-2015                    |
|                                                    |                               | US 2018058997 A1                  | 01-03-2018                    |
|                                                    |                               | WO 2016176898 A1                  | 10-11-2016                    |
| US 5535616 A                                       | 16-07-1996                    | AT 134766 T                       | 15-03-1996                    |
|                                                    |                               | AU 674590 B2                      | 02-01-1997                    |
|                                                    |                               | BR 9403370 A                      | 09-05-1995                    |
|                                                    |                               | CA 2158612 A1                     | 20-03-1997                    |
|                                                    |                               | CN 1109172 A                      | 27-09-1995                    |
|                                                    |                               | DE 69400078 D1                    | 04-04-1996                    |
|                                                    |                               | DE 69400078 T2                    | 25-07-1996                    |
|                                                    |                               | EP 0640825 A1                     | 01-03-1995                    |
|                                                    |                               | ES 2084531 T3                     | 01-05-1996                    |
|                                                    |                               | JP H07301583 A                    | 14-11-1995                    |
|                                                    |                               | US 5535616 A                      | 16-07-1996                    |
| US 2010221837 A1                                   | 02-09-2010                    | CA 2690872 A1                     | 18-12-2008                    |
|                                                    |                               | JP 5150144 B2                     | 20-02-2013                    |
|                                                    |                               | JP 2008311060 A                   | 25-12-2008                    |
|                                                    |                               | KR 20100017589 A                  | 16-02-2010                    |
|                                                    |                               | US 2010221837 A1                  | 02-09-2010                    |
|                                                    |                               | WO 2008152936 A1                  | 18-12-2008                    |

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1839364 B1 [0002]